

戦略的創造研究推進事業
— 個人型研究(さきがけ) —

研究領域
「光の利用と物質材料・生命機能」

研究領域事後評価(予備評価)用資料

平成 26 年 5 月 7 日

目次

1. 研究領域の概要	1
(1) 戦略目標	1
(2) 研究領域	1
(3) 研究総括	1
(4) 採択課題・研究費.....	2
2. 研究領域および研究総括の選定について.....	6
3. 研究総括のねらい.....	6
4. 研究課題の選考について.....	7
5. 領域アドバイザーについて.....	7
6. 研究領域の運営の状況について.....	8
7. 研究領域のねらいに対する成果の達成状況.....	14
8. 総合所見	19

1. 研究領域の概要

(1) 戦略目標

「最先端レーザー等の新しい光を用いた物質材料科学、生命科学など先端科学のイノベーションへの展開」

光科学技術は、情報通信、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス、環境、エネルギー等の戦略重点科学技術分野における研究開発を先導し、ブレークスルーをもたらす基盤的研究分野である。従来から多くの研究者が個々に光を使った研究を実施しているが、光源・計測法等の性能を熟知した研究・開発者とレーザーなどの光源を利用した広範囲の研究者とが密接に連携してオリジナルの研究を推進する体制が不十分であったため、最先端科学を先導する研究になっていない。本戦略目標では、次の①②の条件を満たす研究開発に取り組むことにより、戦略重点分野における先端科学を先導し、光のエネルギーによって原子の結合状態を変化させることによる新規物質の創成や有害副産物の無害化、被曝することなく鮮明な透視画像で異物や腫瘍が発見できる技術等の開発による非侵襲医療の実現などのイノベーションへと繋げることを目指す。

①既存の光源等を独自に改良する、新しい利用法を考案するなどして、今ある最先端の光源等を徹底的に使い尽くす研究であること。

②全く新しい発想による研究にチャレンジすることにより、各重点分野における光の利用研究で世界トップの成果を目指すものであること。

(2) 研究領域

「光の利用と物質材料・生命機能」（平成 20 年度発足）

本研究領域は光との相関を新しい光源から探ることにより、情報通信、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス、環境・エネルギー等の諸分野において、これまでにない革新技术の芽の創出を目指す研究を対象とするものである。

具体的には、光源として高出力、超短パルス、超長波長のレーザー、放射光、極微弱光、単一光子レベルの光も想定し、光の本質に迫る研究、光を使い尽くす研究、光でのみ可能になる合成・物性・機能の研究、光によって実現するプロセス、光が関わる細胞機能、光で初めて解き明かされる生体組織、光でのみ制御できる生命機能、これに加えてリアルな材料や生物を対象とした光計測法、イメージング法の研究などが含まれる。

(3) 研究総括

増原 宏（台湾国立交通大学 講座教授）

(4) 採択課題・研究費

(百万円)

採択 年度	研究者	所属・役職 上段：研究終了時 下段：応募時	研究課題	研究費※
平成 20 年度	井村考平	早稲田大学先進理工学部 准教授 分子科学研究所 助教	プラズモニック物質の波動関数の光制御とその応用	51
	岩倉いづみ	広島大学大学院理学研究科 助教 日本学術振興会 特別研究員(PD)	超高速分光による熱反応過程の直接観測と機構解明	60
	太田薫	科学技術振興機構 さきがけ研究者 神戸大学分子フォトサイエンス研究センター 特命助教	時空間波形制御技術の開発と微小空間領域での非線形分光計測への応用	42
	佐崎元	北海道大学低温科学研究所 准教授 同上 准教授	不凍タンパク質作用発現機構の解明を目指したその場光観察	36
	須藤雄気	名古屋大学大学院理学研究科 准教授 同上 助教	光機能性・制御性蛋白質による細胞・個体操作	45
	高木慎介	首都大学東京大学院都市環境科学研究科 准教授 同上 准教授	分子間相対配置の操作による光化学過程の能動的制御	40
	永井健治	大阪大学産業科学研究所 教授 北海道大学電子科学研究所 教授	ナノサイズ高輝度バイオ光源の開発と生命機能計測への応用	100
	新倉弘倫	早稲田大学先進理工学部 准教授 カナダ国立研究機構 博士研究員	軟X線レーザーによる時間分解分子軌道イメージング	55
	西村智	東京大学医学部 特任助教 日本学術振興会 特別研究員(PD)	光による生命のダイナミズム・不均一性・確率性の可視化	33
	深港豪	北海道大学電子科学研究所 助教 九州大学大学院工学研究院 助教	単一分子蛍光計測で探るキラリティーの本質	38

	藤田祐一	名古屋大学大学院生命農学研究科 准教授 同上 准教授	光に依存した新規窒素固定酵素の創生	40
平成 21 年度	足立俊輔	京都大学大学院理学研究科 准教授 東京大学物性研究所 助教	真空紫外域の低次数高調波による超高速分光	51
	石坂昌司	広島大学大学院理学研究科 准教授 北海道大学大学院理学院 助教	エアロゾル微小水滴のレーザー捕捉・顕微計測法の開発と展開	40
	雲林院宏	カトリック ルーバン大学化学学部 准教授 同上 上級博士研究員	リモート励起ラマン分光を用いたナノ計測法の開発とその展開	51
	岡寿樹	新潟大学研究推進機構超域学術院 准教授 大阪大学大学院工学研究科 特任助教	量子相関光子による光化学反応制御	20
	小笠原慎治	北海道大学創成研究機構 特任助教 理化学研究所 基礎科学特別研究員	光応答性核酸による単一細胞内での光遺伝子制御	44
	奥津哲夫	群馬大学大学院工学研究科 教授 同上 准教授	光化学反応を駆使した分子結晶成長過程の制御	40
	小関泰之	大阪大学大学院工学研究科 助教 同上 助教	誘導ラマンによる高感度光学活性検出及び高分解能イメージング	40
	財津慎一	九州大学大学院工学研究院 准教授 同上 助教	非振器位相整合非線形光学の開拓と新光源への応用	40
	ニコラス アイザック スミス Nicholas Issac Smith	大阪大学免疫学フロンティア研究センター 特任准教授 大阪大学大学院工学研究科 特任研究員	生きた細胞内での生命機能分析用プローブのレーザーを用いたその場作製	40
	玉作賢治	理化学研究所播磨研究所 専任研究員 同上 専任研究員	X 線非線形回折を利用した局所光学応答解析	40
	畑中耕治	(台湾)中央研究院應用科學中心 副研究員 東京大学大学院理学系研究科 准教授	微小液滴と超短光パルスの構造制御による超広帯域光変換	43

	樋口ゆり子	京都大学学際融合教育推進センター 特定講師 京都大学大学院薬学研究科 特任助教	蛍光イメージングによる 幹細胞挙動解析法の創成	40
	増田真二	東京工業大学バイオ研究基盤支援総合 センター 准教授 同上 准教授	モジュールの組み合わせ による光機能蛋白質の創 出	44
	八ッ橋知幸	大阪市立大学大学院理学研究科 教授 同上 准教授	高強度レーザーによる超 多価イオン生成と新規化 学反応の開拓	46
	志賀信泰	科学技術振興機構 さきがけ研究者 情報通信研究機構時空標準グループ 専攻研究員	原子位相ロックを用いた 究極的時計レーザー安定 化の追求	(研究継 続中)
平成 22 年度	岩長祐伸	物質・材料研究機構先端フォトニクス材 料ユニット 主任研究員 物質・材料研究機構量子ドットセンター 主任研究員	転送光学に基礎をおく超 解像顕微鏡とメゾ機構の その場観察	44
	江波進一	京都大学白眉センター 准教授 カリフォルニア工科大学 博士研究員	大気中および生体中の界 面光反応のその場計測	40
	小阪田泰子	京都大学物質-細胞統合システム拠点 特定拠点助教 スタンフォード大学化学科 博士研究員	光機能性量子ドットを用 いた単一分子神経活動イ メージング	38
	香月浩之	奈良先端科学技術大学院大学物質創成 科学研究科 准教授 分子科学研究所 助教	凝縮系波動関数の時空間 マニピュレーションとイ メージング	41
	岸本哲夫	電気通信大学大学院情報理工学研究科 准教授 電気通信大学先端領域教育研究センタ ー 特任准教授	連続発振原子波レーザー の開発と微細加工技術へ の応用	43
	小島大輔	東京大学大学院理学系研究科 講師 同上 講師	哺乳類のUV感覚にせま る光センサー蛋白質の機 能解明	40
	是枝聡肇	立命館大学理工学部 准教授 東北大学大学院理学研究科 助教	光による熱の固有状態の 創成と波動制御の実現	44

	佐藤琢哉	九州大学大学院理学研究院 准教授 東京大学生産技術研究所 助教	フェムト秒光波制御による超高速コヒーレントスピン操作	44
	東海林篤	山梨大学大学院医学工学総合研究部 特任助教 同上 特任助教	磁気光学効果を利用した光の伝搬特性制御	44
	高橋優樹	科学技術振興機構 さきがけ研究者 英国サセックス大学物理・天文学科 博士研究員	単一イオンと単一光子間の量子インターフェースの実現	40
	高橋文雄	立命館大学生命科学部 助教 東北大学学際科学国際高等研究センター 研究教育支援者	広範な藻類のもつ転写因子型光受容体の機能解析とその応用	41
	中川秀彦	名古屋市立大学大学院薬学研究科 教授 同上 准教授	二光子励起で発生させるガス状細胞情報伝達分子を駆使したストレス計測	40
	ビジュヴァ スデヴァン ピライ Biju Vasudevan Pillai	産業総合研究所健康工学研究部門 主任研究員 同上 主任研究員	光分解性バイモーダルナノパーティクルの開発と、がんの可視化と治療への応用	35
	江口美陽	筑波大学数理物質科学研究科 助教 同上 研究員	金属ナノ粒子配列におけるプラズモン特性の分子制御	(研究継続中)
			総研究費	1659

平成 20 年度採択の西村智は「最先端・次世代研究開発支援プログラム」に採択されたため、研究を途中で終了しており、本評価より除外する。

平成 21 年度採択の志賀信泰研究者(5 年型)と平成 22 年度採択の江口美陽研究者(ライフイベントによる研究期間の延長)は、研究期間終了時(平成 26 年度末)に改めて評価に加える。

※ 各研究課題とも見込みの総額

2. 研究領域および研究総括の選定について

(1) 研究領域の選定について

最先端レーザー等を他に類のない方法で活用する研究や戦略重点科学技術分野の重要な課題に対して徹底的に光科学技術にこだわって研究を推進することにより、未知未踏分野の開拓と新しい研究の方向性を創出するとともに、将来の光源開発に向けて高度な要求を顕在化することが期待できる。これは独創的で新しい発想によって、挑戦的に推進することが必要であり、さきがけとして選定することが適切である。

本研究領域と CREST 研究領域「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開」は、戦略重点科学技術分野における光科学技術利用研究を主体的に推進するプロジェクトであるが、文部科学省による光源・計測法等の研究開発等を実施する研究拠点公募型プロジェクトと連携することにより、先端科学技術全体に貢献する基盤を形成することも十分に意識されており、戦略目標の達成に向けて適切に選定されている。また広範な分野を対象としつつも光科学技術の利用展開による新潮流創成型の研究を条件としていることから、斬新で優れた研究提案が多数見込まれる。

(2) 研究総括の選定について

増原宏は、光化学、マイクロナノ分光、極微化学における先駆的な研究活動を展開し、その成果により日本化学会賞、ポーターメダル、日本分光学会学術賞など多くの受賞歴をもち、最近ではレーザーの医療・バイオ分野への応用にも研究の幅を広げていることから、本研究領域を運営するために必要な知見・先見性・洞察力を十分に有していると見られる。

また、多くの優れた研究者を育成してきた実績と光化学協会、応用物理学会、レーザー学会、日本化学会、アジア光化学協会等の学協会要職を歴任してきたことから関連分野の研究者から信頼されており、本研究領域の研究者への指導力とマネジメントを行うに適した経験・能力を有し、公平な評価を行いうると見られる。

なお、本研究領域の研究総括は従来の研究総括とは異なり、文部科学省で実施される光源・計測法等の研究開発等を実施する研究拠点公募型プロジェクトのプログラムディレクター・プログラムオフィサー・採択拠点チーム研究者等と密接に連携を取りながら、必要な支援を要請することや光源の仕様についての要望を提示し協働することにより、利用研究と光源開発の加速・展開をもたらす役割を担うことも求められている。同氏は本戦略目標を提示する契機となった光科学技術の推進に関する懇談会に利用研究者側の委員として積極的に関与したほか、学会活動等の要職を務めた経験から、本研究領域を推進するに際して、すぐれた調整能力を発揮すると見られる。

3. 研究総括のねらい

光科学技術は、エネルギー、時間、空間を同時に制御して、非接触、非破壊的に、材料や生物の計測、加工、機能発現を図ることを可能にする。光科学技術の研究は、材料の性

質や生命機能の測定、材料・デバイス・チップなどの作製にきわめて有効であるが、それにとどまらず新しい物質システム、生命機能を生み出すメカニズムに関する概念や次世代の科学技術の発想を与える。その高いポテンシャルは他の科学技術に比べ際立っていると考えられる。研究総括は、この光科学技術の特徴を踏まえた、今までにない斬新なアイデアによる研究を求めた。新しい光源を切り口に展開するもよし、研究の結果新しい光源の必要性を提起するに至るもよしと考えた。具体的な方針としては、徹底的に光にこだわって研究を展開することを本領域の判断基準にしたいと考えた。

現在では光科学技術の研究開発は高価な装置を必要とすることが多く、複雑な装置を動かすために研究組織も大きくなっており、ともすれば現時点での評価基準が若い研究者に当てはめられがちである。しかしさがけは個人研究であり、次の時代に実る新しい科学技術の源流を求めている。本研究領域は、若い研究者の直感と真摯な姿勢、リスクをものとしめない無私の努力により、光科学技術の新しい地平が開かれると考え、そのようなチャレンジングな研究を後押しする方針で運営された。

4. 研究課題の選考について

選考の主な考え方は下記の通りである。

- 1) 選考は「光の利用と物質材料・生命機能」領域に委嘱された領域アドバイザー12名の協力を得て研究総括が行う。
- 2) 選考方法は、書類選考、面接選考及び総合選考とする。
- 3) 光科学技術の研究は、光そのものに関わる科学技術を発展させるだけではなく、新しい物質システム、生命機能を生み出すメカニズムに関する概念や発想を与える。この光科学技術の特徴を踏まえた、今までにない斬新なアイデアによる研究課題を求めた。具体的には、数年から10年で新しい「光の利用」のストリームを作る可能性があるか、その代表者になれるか、実現可能性を示す手がかり、経験、あるいは背景はあるかを問う一方、他の研究費では実現できない研究として区別化出来ているか、個人研究であることを自覚しているかを考慮した。さらに国際的にもさがけていること、採択する数十件の研究課題が幅広い物質材料と生命機能の研究分野をカバーすること、年齢的にも地域的にもヘテロな研究者分布とすることを重要と考え、課題選考をおこなった。

5. 領域アドバイザーについて

氏名	所属	現役職	任期
石原一	大阪府立大学	教授	平成20年6月～平成27年3月
伊藤繁	名古屋大学	名誉教授	平成22年6月～平成27年3月
小原實	慶應義塾大学	名誉教授	平成20年6月～平成27年3月
熊野勝文	東北大学	客員教授	平成20年6月～平成27年3月

小杉信博	分子科学研究所	教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
佐々木政子	東海大学	名誉教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
七田芳則	京都大学	教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
中島信昭	大阪市立大学	特任教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
三澤弘明	北海道大学	グリーンナノ テクノロジー センター長	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
美濃島薫	電気通信大学	教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
三室守	京都大学	教授	平成 20 年 6 月～平成 23 年 2 月
宮脇敦史	理化学研究所	副センター長	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
吉原経太郎	分子科学研究所	名誉教授	平成 20 年 6 月～平成 27 年 3 月
Frans De Schryver	KU Leuven ベルギー	名誉教授	平成 21 年 12 月～平成 27 年 3 月
Shimon Weiss	UCLA	教授	平成 22 年 4 月～平成 27 年 3 月
Din Ping Tsai	台湾中央研究院	応用科学研究 センター長	平成 23 年 4 月～平成 27 年 3 月
Johan Hofkens	KU Leuven ベルギー	教授	平成 24 年 2 月～平成 27 年 3 月

領域アドバイザー(AD)の人選にあたっての方針は以下の通り。

- 1) さきがけ精神を理解し、その理解に基づいて助言できる人をお願いする。
- 2) 物質材料から生命機能の広い研究領域をカバーするため物理、化学、バイオの各分野から数人ずつ AD を選ぶ。
- 3) 大学、国立研究所、民間企業出身者から AD を選び、異なる視点からの助言を得る。
- 4) 本領域のサイエンスとテクノロジーを研究総括がすべてカバーするのは不可能である。そのため本領域においては担当アドバイザー制を導入し、各研究者に一人以上の AD をはりつける。担当 AD は、領域会議における討論はもちろん、サイトビジットに同行し、研究打ち合わせ、論文投稿に至るまで面倒を見てもらう。この研究総括の運営方針を理解し、実践してくれる AD を選ぶ。

6. 研究領域の運営の状況について

(1) 3 つの領域運営方針

「担当アドバイザー制」、「国際水準」、「一步踏み込んだマネジメント」の 3 つを運営方針の柱とした。以下にそれぞれに関して、その趣旨と実際に行ってきたことについて説明する。その効果については平成 26 年度の活動をふまえてまとめ、分析、考察し事後評価資料で報告する。

1) 担当アドバイザー制(本領域独自の試み)

当さがけ領域では研究者の研究分野が、物理、化学、生物、さらには薬学、医学まで多岐にわたっている。この幅広い分野をカバーするために、様々な分野を専門とするアドバイザーを選んだ。各研究者に対して、専門が近いアドバイザーを一人、場合によっては複数名「担当アドバイザー」をアサインした。担当アドバイザーには、総括や技術参事が研究者の研究室を訪問する「サイトビジット」に同行し、研究者の研究現場を見てもらった。さらには、半期ごとに研究者に提出される「半期報告書」を担当アドバイザーに送付し、それに対してコメントをもらった。また領域会議などでの議論のみならず、日頃より様々な指導を依頼した。

2) 国際水準

研究者は常に自分の研究分野の動向把握に勤めているが、おのずと限界がある。自分が活動している学会とは異なる学会で、同じような研究が行われている可能性もある。特に学際的な研究においてはその可能性が高い。国内の情報は様々な学会やシンポジウム、研究会などで得られやすいが、国際的な状況把握には限界がある。このため、北米、欧州、アジアから計 4 名の外国人アドバイザーに就任していただき、領域会議や研究報告会に出席などを通して様々な議論やコメントをもらった。また、研究者 2 名がオーストラリア人、インド人であり、合わせると外国人が 6 名になることもあり、領域会議は英語を公用語とした。研究者は研究期間の標準である 3 年半の間に、6 回の領域会議で英語での発表や質疑応答を経験することになり、英語での発表・議論に抵抗感がなくなったものと思われる。ただし、約 3 分の 1 の研究者は外国での研究経験があり、これらの研究者が英語での討論に主要な役割をにない、英語で会議をしているにもかかわらず議論のつikir事がなかった。

3) 一歩踏み込んだマネジメント(本領域の新たな試み)

イノベーションを念頭に新しい研究を展開する際に必要な段取り、心構えをさがけ研究者に授け、さらに必ず感じる不安に対処する事が若手研究者の育成に必要なとの認識にたち、研究者の考え方、心理にまで踏み込んだマネジメントを、領域の運営方針の一つとした。物理学者で ERATO 吉田プロジェクトの研究者であった中桐技術参事はこの方針を支持し、ともにこの方針を実践してきた。

具体的には、中桐技術参事は「anywhere, anytime」と「現場重視」をモットーに、研究者のよろず相談係として、研究活動の様々な局面、予算、物品購入、論文作成、学会発表、特許出願、プレスリリースなどでサポートするのみならず、頻繁に研究者を訪問して常に状況の把握に勤めた。様々な訪問や面談を総計すると 160 回を超えている。訪問も様々なパターンを試みた。技術参事単独で研究者を訪問するのみならず、担当アドバイザーとともに研究者を訪問、逆に研究者と共に担当アドバイザーを訪問、他の研究者とともに研究者を訪問など様々な形態の訪問を試みた。さらに、多くの学会やシンポジウムに参加し、

研究者の発表現場に立ち会うとともに、研究者の発表するセッションの状況把握、さらには参加しなかった研究者に係る発表があればその情報(要旨など)を研究者に送付した。また、出張報告書などに記載し記録として残した。また、研究総括が台湾国立交通大学の講座教授として台湾の新竹市に常駐しているため、中桐技術参事が運営全般の補佐を務めた。

このような活動の基盤として、当時研究総括が特任教授(非常勤)を勤めていた奈良先端科学技術大学院大学に事務所を設置し、セクレタリー業務を担当してもらう人を雇用した。セクレタリーには、研究総括や技術参事のスケジュール管理や、様々な書類の管理、領域会議などの日程、会場、スケジューリングなど多岐にわたって事務所機能を担当してもらった。これにより研究総括や技術参事が効率的に領域運営、特に研究者との時間を確保することができた。

(2) 領域会議と様々な会合による議論

領域会議とは、研究者やアドバイザー、総括、技術参事等の領域関係者が一堂に会し、合宿形式で夜遅くまで議論する、さきがけ制度の特徴の一つである。この会議を中心として、研究交流会やアドバイザー・ミーティング、終了検討会を開催した。これらの会合は相互に補完するとともに、一つの会合が他の会合へ影響し、領域活動に刺激を与え、その結果、研究者の研究活動や研究者間の交流を活発化することができた。以下に各種の会合について記す。

1) 領域会議

領域会議を11回開催した。第一回目を奈良で開催し、一期生11名とアドバイザー全員が一堂に会した。すでにこの時点から「国際」を念頭に、この第1回領域会議発表用資料は英語で作成する事にした。一期生から三期生の採用する3年間の第1回から第6回までは、領域会議を基本的に1月と6月に開催し、札幌で開催した第2回は佐崎研究者(一期生)が所属する北大の低温研を見学、神戸で開催した第4回は玉作研究者(二期生)が所属するSPRING-8を見学、台湾国立交通大学で開催した第6回では、同大学のいくつかの研究室を見学した。

一期生の研究期間が終了する平成24年からは、3月に開催する研究報告会に引き続き領域会議を開催することとし、その半年前には終了検討会とともに領域会議を開催することにして、第7回から11回までは3月と9月に開催した。

領域会議は「国際」を意図して、外国人アドバイザーの出席を得た第3回より以降はすべて英語でおこなった。さらに領域会議は進捗報告と議論に重きを置いた運営をおこない、発表時間10分に対し議論を15分とし、英語での15分の議論に耐えてもらう事とした。当初、議論15分では途中で議論が途切れてしまうのではないかと心配したが、常に活発な議論が行われ、むしろ時間切れで質問を打ち切る場合が続出した。

貴重な議論を発表者に記録に残して貰うため、領域会議ではすべてを録画し、各研究者の発表と議論計 25 分間分を切り出して本人に渡し、質疑応答を補足説明も加えて英語でまとめ、次回の領域会議の資料に綴じ込んだ。

開催場所は、基本的にアクセスの良さを重視し、新幹線沿いの都市を選んだ。特に、研究報告会を開催した 3 月には領域会議を同時に開催したため、東京で 4 回開催した。一方、平成 23 年度 5 月末には、研究総括の研究室がある台湾国立交通大学で開催した。台湾の中央研究院との合同シンポジウムを開催したのにあわせて開催した。

2) 研究交流会(本領域独自の試み)

領域会議は、進捗報告、緊張感のある発表と議論、英語、25 分と限られた時間、を特徴とする会議である。これに対し、自由、リラックス、母国語、1 時間から 1 時間半をかけての自由な討論会が必要と考えた。そのため、企画・運営を研究者の自主性にまかせた研究交流会を 12 回開催した。分野別と採用年度別の 2 種類を開催した。前者では、物理系、化学系、生物系、レーザー関係の 4 回を開催した。しかし参加者に制限をもうけず、研究を終了した全研究者に案内を出し、積極的な研究者はほとんどすべての交流会に参加して研究者もいた。後者では、一期生、二期生、三期生別で、各 2 回から 3 回開催した。これらの研究交流会では心行くまで自由に議論し、このようにして形成された 40 名の研究者ネットワークは、研究者にとって生涯の財産となるものと確信する。

3) アドバイザー・ミーティング(本領域の独自の試み)

研究を終了する最終年度にあたる研究者を対象に領域会議以外にも様々な会議やミーティングを開催するため、開催時期を終了半年前の 9 月に設定した。領域会議に続き、研究者を除いたアドバイザー・ミーティングを開催し、アドバイザーより領域会議の発表や質疑応答を踏まえた様々なコメントを得た。いくつかの試みを行ったが、平成 25 年度では、領域会議中に各研究者の発表や質疑応答に対するコメントを、アドバイザーがその場でノート PC により作成した。それらのコメントを休憩中に取り纏め、アドバイザー・ミーティングではプロジェクターで各研究者に対するコメントを一覧にして表示しながら、進捗状況や今後の方針などについて意見を聞いた。ミーティングでは録音し、後日文字起こしをおこなって、アドバイザーに配布した。いつものことであるが、同じ発表を聞いた上での所感であるが、聞く側の専門分野によってずいぶん異なった。

さらに、平成 25 年度の研究報告会では、3 人の外国人アドバイザーの参加を得て、外国人アドバイザー・ミーティングを開催した。外国人アドバイザーは各研究者一人一人の発表に対してコメントを書き、それをもとに順次口答で所感を述べてもらった。発表した 14 名に対する所感を伺うのに約 2 時間を要した。一人あたり 10 分弱である。

4) 終了検討会(本領域の独自の試み)

平成 23、24、25 年度ともに、研究が終了する半年前に開催した。開催趣旨は、終了半年前において、残りの半年の間に何に集中して、何をやり遂げたいのか、何をもって「さきがけ」と言うのか、などについて各研究者より発表してもらい、特に担当アドバイザーからのコメントをもらった。平成 23 年度は、この検討会を単独で開催したが、24 年度と 25 年度は、領域会議とアドバイザー・ミーティングとを併せて開催した。例えば、平成 25 年度は奈良の東大寺総合文化センターの会議室にて、9 月 2 日朝から 3 日の午後の前半まで領域会議、3 日午後後半にアドバイザー・ミーティング、4 日に終了検討会を開催した。

以上のようにさきがけ制度の特徴である領域会議を中心として、その機能を補完あるいは充実させる目的で研究交流会とアドバイザー・ミーティングを開催することにより、研究者間の交流を活発化させるとともに、総括やアドバイザーからの評価を研究者に伝えることにより研究者が自身の研究の重要性を再認識することに役立った。このような活動を通じて出来上がった研究者ネットワークとその信頼関係は、さきがけならではの財産と考えている。

(3) 広報活動

様々な機会を捉えて広報活動をおこなった。以下に代表的な活動について紹介する。

1) ホームページ

領域のホームページを立ち上げ、研究者と研究課題を紹介するとともに、日頃より受賞やプレスリリース、会合などのお知らせを掲載した。研究報告会では、このホームページ経由で参加申し込みを受け付け、プログラムをかねたチラシの PDF 版をダウンロードできるようにした。さらに、研究者の論文を紹介するため研究者の研究成果ページに掲載した。この領域ホームページは事務所で仕様をまとめ、業者に依頼して作成した。業者からの納品時に日頃のアップデート時の更新方法についてマニュアルを納品してもらい、かつ実際の更新作業の実習を受けた。これにより日頃のホームページのアップデートはすべて事務所でおこなうことができた。

2) 研究報告会

研究報告会は、3 年型の研究者が研究を終了する 3 月に平成 23、24、25 年度すべて東京大学の施設(山上会館、一条ホール)で開催した。研究報告会開催にあたっては、プログラムをかねた日本語と英語のチラシを準備し、多数の研究機関・企業等へ案内を送った(平成 25 年度実績: 340 通)。発表内容が多岐にわたるため外部からの参加者は少なめで毎回約 30 名である。しかし、大多数が企業からの参加者で、企業にとって情報収集には有益な報告会とも判断できる。各研究者の発表における座長は担当アドバイザーが務めた。研究者の研究内容を十二分に熟知している担当アドバイザーによる座長は、研究者の紹介や質疑応答時のコメントなどでこれに勝るものはない、という運営となった。さらに、報告会で発

表する研究者も含め、研究者全員にポスター発表を行い、会場では質問できなかった参加者に対応するとともに、研究者間の交流の場としても活用した。

3) 様々な合同シンポジウム

・ 光拠点、CREST、さきがけの合同シンポジウム

文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム(光拠点)」と CREST「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開(光展開)」領域と当さきがけ領域「光の利用と物質材料・生命機能(光の利用)」の 3 つの光科学技術の研究開発プロジェクトが三位一体で、国主導により推進されてきた。これらの活動の広報として毎年 1 回程度シンポジウムを開催してきた。当さきがけ領域では、領域活動の進展に合わせ、当初は総括、技術参事による領域紹介、その後は領域を代表する研究者の口答発表や多くの研究者によるポスター発表などを通じて広報に努めた。

・ 複数のさきがけ領域による合同シンポジウム

さきがけ研究領域合同国際シンポジウム「持続する社会を先導する光科学：環境・エネルギー・機能材料」を日本化学会(慶応大学：平成 24 年 3 月 26 日(月)、27 日(火))で開催した。各 4 領域の担当時間帯は、総括の「研究領域紹介」、外国からの招聘研究者による「特別講演」、研究者 3 名の口頭発表、で構成した。「光の利用」領域では、招聘研究者として外国人アドバイザーの一人であるシモン・ヴァイス UCLA 教授にお願いした。研究者の発表は口頭発表が 3 件、ポスター発表が 15 件、計 18 名が発表した。

・ CREST・さきがけ合同シンポジウム

平成 25 年 6 月 20 日(木)に、CREST「光展開」とさきがけ「光の利用」の光科学技術合同シンポジウム「進化する光イメージング技術～百聞はイメージングに如かず～」を東京大学弥生講堂・一条ホールで開催した。当領域からは、永井研究者、小関研究者、玉作研究者が講演を行った。一般参加者 97 名(参加申し込み 150 名)、参加者の内訳(大学 23 名、企業 62 名、団体 12 名)と盛況で、多くの、特に民間企業の方に研究者の研究内容を周知する機会となった。また、このシンポジウムでは、奈良先端大の大門寛教授(特別講演)は、2 台のプロジェクターによる 3 次元表示(偏光型)を使って講演を行った。

・ 台湾の中央研究院との合同シンポジウム

平成 23 年 5 月 26 日(木)～27 日(金)、台湾の中央研究院において、当「光の利用」領域との合同シンポジウムを開催した。シンポジウム開催にあたり、JST 側からは石田秋生上席主任調査員が JST の活動を紹介し、研究総括が本シンポジウムの趣旨説明をして開会となった。当領域からは 14 名が口答発表、全員がポスター発表を行った。また、熊野アドバイザーと宮脇アドバイザーの二人が座長を務めた。約 160 名の参加を得て、盛況なシンポジウムとなった。

7. 研究領域のねらいに対する成果の達成状況

平成 25 年度で 40 名中の 37 名が研究を終了した。1 名は最先端・次世代プログラムに採択され、本研究課題を途中で中断した。平成 26 年度は 2 名のみが本研究課題を継続しているが、この 2 名はこの年度で研究を終了する。最終年度である平成 26 年度は、この 2 名の研究推進を図り、研究を終了した 37 名のその後の展開を確認する。特に平成 26 年 3 月で終了した三期生 13 名と 5 年型一期生 1 名のまとめと発展を見届けることは重要である。加えて本領域の運営方針の一つ「国際水準」にもとづいて、37 名の研究成果の達成状況を確認するため、世界の有識者から「光の利用」領域の運営や研究者の研究成果などについて評価を聞く。このような活動を通して、研究総括として自ら客観的な評価を行い、評価用資料を作成するのが当初立ち上げ時からの予定であった。したがって、この予備事後評価の暫定版では以下にいくつかのトピックス的な成果例を紹介するにとどめる。

(1) 特筆すべき研究成果を研究課題の事例

1) 特に顕著な成果をあげた例：永井研究者

蛍光タンパク質を利用したバイオイメージング技術により、動植物の生理機能を可視化できるようになり、広く普及している。しかし、蛍光に必要な光照射による試料の光損傷や、自家蛍光によるコントラストの低下、さらには近年利用が盛んな光遺伝学ツールと組み合わせで使用した場合に意図しない活性化を引き起こすなどの問題もある。

永井研究者は、これらの問題あるいは課題を解決する手段として、励起光照射を必要としない化学発光タンパクに着目した。化学発光タンパクを使用する上での最大の課題は高輝度化であった。ウミシイタケルシフェラーゼをもとに、ランダム変異の導入などにより、10 倍以上の輝度の化学発光タンパクを開発し、ナノランタン(Nano-lantern)と名付けた。さらに、特定の生体因子の結合に伴い構造が変化するペプチドを挿入し Ca^{2+} 、cAMP、ATP を検出する各種機能プローブを開発した。これにより、光遺伝学ツールを用いた光刺激依存的な神経興奮を Ca^{2+} の上昇としてとらえることに成功しただけでなく、葉緑体に Nano-lantern (ATP) を局在発現させた植物体を作製し、光合成依存的な ATP 産生を世界で初めて可視化する事にも成功した。

一期生を募集した平成 20 年度に初めて 5 年型が発足した。永井研究者は 5 年型にふさわしいスケールの大きな研究計画を提案し、一期生でただ一人 5 年型として採用された。得られた成果はバイオサイエンスとして画期的なものであるが、化学エネルギーにより働く Nano-lantern は細胞の中から照らす新しいタイプのナノ光源と位置づけることもできる。この成果を纏めた論文は Nature Communication に掲載された。この論文の公開にあわせてプレス発表を行ったところ、読売新聞(平成 24 年 12 月 14 日)、BS ジャパン「NIKKEI BS LIVE 7PM」(平成 24 年 12 月 26 日)、毎日新聞(平成 25 年 1 月 5 日)、Nature Methods(平成 25 年 1 月号)、Nature Photonics (平成 25 年 1 月号)、東海道新幹線テロップ(平成 25 年 2 月 13 日)等、多くのメディアで取り上げられた。この研究は二期生の樋口研究者との共同研究

でもあり、領域内での共同研究による成果の良い一例ともなった。加えて、その研究姿勢や領域会議における議論、他の研究者との共同研究など、あらゆる場面で際立った貢献があった。

永井研究者は、このさきがけ 5 年間の間に、さきがけ研究領域「細胞機能の構造的な理解と制御」(平成 23 年度発足)のアドバイザーに就任し、さらに新学術領域研究「少数性生物学-個と多数の狭間が織りなす生命現象の探求-」(平成 23 年～27 年)の領域代表者となった。平成 25 年には第 10 回日本学術振興会賞を受賞するなど、その学術的貢献は広く認められることとなった。さきがけ制度の人材育成機能にも我々が貢献した代表例である。

2) 困難な課題に大胆に挑んだ例：藤田研究者

ニトロゲナーゼは、窒素分子をアンモニアに変換する農業的に大変重要な酵素である。本研究課題は、クロロフィル合成系の光に依存する酵素(光依存型プロトクロロフィリド還元酵素：LPOR)を改変することで、光に依存して反応する新規なニトロゲナーゼの創出を目指した。これが実現すると、窒素肥料が不要な作物を作り出せる可能性があり、大量の化石燃料を消費して作られる化学肥料を減らし、二酸化炭素排出の減少にも寄与することが期待できる。

LPOR と同じ反応を光に依存せずに誘起する暗所作動型プロトクロロフィリド還元酵素(DPOR)の立体構造を解明し、ニトロゲナーゼとの共通構造基盤を明らかにした。これにもとづき LPOR を構造鋳型とする新規な光依存型窒素固定酵素創成の可能性を指摘した。光依存性の構造基盤となる LPOR の分子内ループを除き還元酵素としての基本構造のみを残した不完全な LPOR 遺伝子に、ランダムな DNA 断片を挿入することで新たな LPOR 創成を目指した。その過程で、*recJ* 欠損株の利用によるシアノバクテリアの高効率形質転換系の確立、終止コドン进行を排除した合成 DNA 断片の設計など新たな基盤技術を構築した。これにより、これまで大腸菌などの従属栄養生物に限られていた酵素選抜系に光合成生物の系が加わり、新規な光依存型酵素の創成に向け可能性を大きく広げることができた。

当初目的である「新規なニトロゲナーゼの創出」は達成できず、その一步を踏み出したばかりであるが、DPOR の立体構造を明らかにし、他にさきがけて反応機構を予測するなど、大きな一步を達成した。

本研究課題が終了した平成 23 年に、JST の先端的低炭素化技術開発(ALCA)に対して提案した「有用光合成生物への窒素固定能移入が導く“窒素革命”」が採択され、研究を継続してきた。その結果、窒素固定能をもつシアノバクテリアから、窒素固定に必須の制御タンパク質の遺伝子を発見した。CnfR と名付けたこのタンパク質は、細胞が窒素不足のときに発現し、細胞内の酸素(O_2)のレベルが充分低いことを感知して初めて、窒素固定遺伝子群の発現を誘導し、ニトロゲナーゼによる窒素固定を開始する役割を担う主要制御タンパク質であることを明らかにした。この成果を纏めた論文が「米国科学アカデミー紀要」で平成 26 年 4 月 22 日に公開された。同時にプレス発表を行い、読売新聞などで取り上げられ

た。まだまだ最終目的には至っていないが、その信念に基づく研究姿勢がこれらの成果を生んだものと思われ、学術的な貢献のみならず、その研究姿勢は「光の利用」領域の他の研究者への励みとなっている。

3) 最先端を切り開いた例：玉作研究者

極端紫外～真空紫外光に対する電子の局所光学応答を計測できれば、結晶内の性質の異なる電子の分布が得られる。しかしながら、空間分解能は波長程度であるため、原子レベルでの分解能で計測することは困難であった。

これに対し玉作研究者は、波長 $1\text{\AA}$ 程度の硬 X 線領域における非線形光学現象の一つである X 線パラメトリック下方変換を利用して局所光学応答を解析する新しい研究手法を提案した。この方法では、照射する波長 $1\text{\AA}$ 程度の空間分解能で、非線形光学現象により放出される極端紫外～真空紫外光の光学応答を得ることができる。この着想を理論計算により確認するとともに、ダイヤモンドを用いた実験を行い、真空紫外光に対して異なった応答をする原子の荷電子と原子間の結合電子のそれぞれの分布を求めることにより実証した。

得られた実験結果を取り纏めた論文は平成 23 年 7 月、Nature Physics のオンライン版で公開された。それにあわせて「“姉妹” 光子の共同作業で観察波長の限界を突破-物質を調べる波長と分解能を決定する波長を分離する手法を考案-」と題したプレスリリースを行ったところ 5 紙の新聞に記事として掲載された。さらに論文の内容自体、そのアイデアの新規性と実証実験に成功したことが高い反響を呼び、論文発表後、10 件を越す国際会議での招待講演依頼を受けた。大型放射光ならではの X 線光源を個人研究に駆使したこの研究は、まさに大型設備を使う研究者の個人研究「さきがけ」の成功例としてインパクトを与えるものであり、今後の「光の利用」研究のさらなる広がりが期待される。

平成 25 年 6 月に米国サンノゼで CLEO (Conference on Lasers and Electro-Optics) 2013 が開催され、総計 1751 件の講演・発表がなされた。この会議は毎年開催されるが、毎年この程度の件数がある大変大きな会議である。この会議で、Stephan Harris (Stanford) による「Parametric Down Conversion Over Fifty Years: From Microwave to X-rays」と題するプレナリー講演が行われ、題目の「to X-rays」の例として玉作研究者のデーターを紹介して講演を終えた。まさに玉作研究者の研究は 50 年間におよぶ「Parametric Down Conversion」の最先端を切り開いた成果である。

4) ライバルとしてのぎを削った研究例：小関研究者

小関研究者は、生体を染色せずに高コントラストかつ高感度な 3 次元イメージングを可能とする誘導ラマン散乱 (SRS) 顕微法の着想を独自に得て、その原理実証を行った。ほぼ同時期に米・独グループからも SRS 顕微法が提案された。とくに米グループは、SRS 顕微法に適した高価な市販レーザーや顕微鏡システムを用いて、SRS 顕微鏡による生体観察応用を進めていた。

本研究課題では、当初、SRS 顕微法のさらなる性能向上を狙うための具体的な研究内容として、空間分解能向上と光学活性検出機能の実現に取り組む計画を立案した。しかし、小関研究者が当時使用していたレーザー光源は SRS 顕微法にとって最適な光パルスを発生できるものではなく、また、顕微鏡システムの感度や観察速度も不十分であった。そこで研究計画を大幅に変更し、独自のレーザー光源の開発と顕微鏡システムの性能向上に取り組んだ。まず、SRS 顕微鏡の感度を高める方法として、繰り返し周波数が 2 倍異なる 2 台のレーザーを同期させて使用する手法を考案し、本手法で理論限界感度が得られることを実証した。次に、レーザー波長を切り替えながらイメージングを行う、いわゆる分光イメージングによる分子識別能向上に取り組んだ。市販のレーザーを用いた SRS 顕微鏡で分光イメージングを行う際の問題は、レーザーの波長切り替えに数秒オーダーの時間を要するため、SRS 顕微鏡の高速イメージング性能が活かせないことであった。そこで、広帯域光パルスのフィルタリングによってミリ秒以下の時間で波長を切り替える機構を独自に考案し、30 フレーム/秒の高速分光イメージングを実現した。その結果、誘導ラマン散乱顕微法が高速性と分子識別機能を兼ね備えた染色を必要としない生体顕微法として優れた手法であることを自ら示した。

この成果を取り纏め、平成 24 年 Nature Photonics に論文を発表するとともに、「波長が変化するレーザーを用いた新しい顕微鏡を開発—染色せずに生体の三次元構造などの観察が可能に—」と題してプレス発表を行った。その内容は複数の新聞で紹介されるとともに、その研究成果は高く評価され多くの国際会議から招待講演の依頼を受けた。

ライバルが次々と応用研究を進める一方、小関研究者が本研究課題で実現した性能と分子識別能は世界最高レベルにあるものと判断しており高く評価する。この顕微法には更なる高性能化、高機能化の余地があると考えられ、一層の努力によりこれからもこの顕微法の開発をリードするものと期待している。

5) 環境問題への新たな切り口を目指した研究例：江波研究者

地球温暖化や PM2.5 など、地球の気候変動や大気汚染物質による人体への影響に関心が集まっている。前者を理解する上で重要な反応は雲の形成過程で起こり、後者では肺の内部で起こる気体と液体の境界相での界面反応が鍵となる。このような化学反応は、界面に生成する短寿命のラジカル種を直接その場検出することが困難であることから、これまでほとんど研究が進んでいなかった。

江波研究者は、この課題を解決するために新規質量分析法と光分解用レーザーを組み合わせた界面光反応のその場計測手法の開発に取り組んだ。開発された手法で得られる情報は、液体の表面部分厚さ 1nm 以下に存在する化学種のダイナミックな組成変化であり、生体中や大気中での界面ラジカル反応のメカニズムに対する情報が得られた。前者の系では気候変動の鍵となる大気エアロゾルの気液界面に生成するペロキシルラジカルを直接検出し、後者の系ではオゾンや PM2.5 を吸引したときに肺の表面で起こる界面活性タンパク質

のラジカル酸化反応を直接測定した。

本研究課題を通して、既にある実験技術を新しい観点で組み合わせることで、新しい情報を得る手法となることを示した。取り扱うことのできる界面反応は、様々な身近なところで起こっている基本的で重要な化学反応である。開発した手法は気象、環境、バイオ、ナノなどが様々に関わる学際的な研究へと展開することが可能である。本研究課題で明らかにした水の界面で起こるフェントン反応機構に関して、「米科学アカデミー紀要(PNAS)」に論文を発表し、同時に「水の界面で起こるフェントン反応のメカニズムを解明 -Fe(IV)=O 中間体の直接検出に成功-」というタイトルでプレス発表を行った。この内容は Yahoo! ニュースなどのメディアにも取り上げられた。

6) 伝統的研究分野に光をあてた研究例：佐藤研究者

物性研究にフェムト秒光パルスが広く使われ始めているが、固体の磁性研究に用いられた例は少なかった。これに対し、佐藤研究者は、時間的に整形されたねじれ偏光ダブルパルスを用いて反強磁性体の磁化を 3 次元的に自在に制御すること、空間的に整形された円偏光パルスを用いてフェリ磁性体中にスピン波を生成し、その伝播方向を制御することを目標に研究を行った。

興味深い成果がいくつか得られているが、特に、ポンプ光の集光レンズの前側焦点面に長方形の開口を挿入し、試料表面でのスポット形状を楕円形にしたパルス光を照射したところ、全く新しい現象を見出した。すなわち、楕円の長軸が印加磁場に平行・垂直のとき、スピン波は磁場に対して垂直・平行方向に伝播する様子を動画として捉え、指向性をもったスピン波の発生を捉えることに成功した。

この結果を纏め平成 24 年 9 月、Nature Photonics に論文を発表した。この論文では、Nature Photonics のエディターから取材を受け、「Spin-Wave Manipulation」というタイトルで論文と同じ号に実験室での著者らの写真とともに紹介された。この論文発表の反響は大きく、発表後の 1 年間に国内外それぞれ 5 件程度の招待講演の依頼があり、これらの招待講演の旅費を特別に増額する必要も生じた。また、同時に「光パルス照射で磁気の波の発生と伝播制御に成功」というタイトルでプレス発表を行い、いつかの新聞等に取り上げられた。

以上の成果は、スピン波伝播を光で見てみたいというチャレンジ精神が、工夫と根気のいる観察を成功させ、新しい実験物理を拓くことにつながったものと考えられる。学術的な面白さを追求しながらも、新しい産業や既存産業の高度化につながるものが無いか、多様な価値の掘り起しができないかなどにも配慮したトライアルの成果であり、現在も様々なアイデアを温めており、今後の展開が多いに期待できる。

8. 総合所見

(1) 研究領域と研究総括の選定について

光科学技術は、情報通信、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス、環境、エネルギー等の戦略重点科学技術分野における研究開発を先導し、ブレークスルーをもたらす基盤的研究分野である。このことや政策的な背景等をもとに、戦略目標「最先端レーザー等の新しい光を用いた物質材料科学、生命科学など先端科学のイノベーションへの展開」が、平成 20 年度に設定された。

同戦略目標に向けて、研究領域「光の利用と物質材料・生命機能」では、さきがけの特徴である独創的・挑戦的で先駆的な研究提案を募集・採択・推進した結果、戦略目標で目指した、光技術の高度な利用展開にこだわった最先端科学を先導する研究を数多く推進し、広範な分野を専門とする研究者が密接に連携する「バーチャル・ネットワーク型研究所」体制を構築できた。

増原研究総括は、光化学、マイクロナノ分光、極微化学、レーザーの医療・バイオ分野等の多様な研究バックグラウンドを有するため、広範にわたる研究課題が集結した効果が得られたと考える。また、研究総括自らのネットワークを生かし、CREST 研究領域「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開」や文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」等、国が推進する光関連のプログラムとの連携などを実現できたほか、外国人の領域アドバイザーの参画をさせることにより、さきがけ研究者の人材育成に有効な、魅力的な場を与えることができた。

(2) 研究領域マネジメントについて(課題選考、領域運営)

光科学技術の研究は、光そのものに関わる科学技術を発展させるだけでなく、新しい物質システム、生命機能を生み出すメカニズムに関する概念や発想を与える。この光科学技術の特徴を踏まえた、今までにない斬新なアイデアによる研究課題を求めた。具体的には、数年から 10 年で新しい「光の利用」のストリームを作る可能性があるか、その代表者になれるか、実現可能性を示す手がかり、経験、あるいは背景はあるかを問う一方、他の研究費では実現できない研究として区別化出来ているか、個人研究であることを自覚しているかを考慮した。さらに国際的にもさきがけていること、採択する数十件の研究課題が幅広い物質材料と生命機能の研究分野をカバーすること、年齢的にも地域的にもヘテロな研究者分布とすることを重要と考え、課題選考をおこなった。

さきがけた研究内容は、さきがけた領域運営から生まれると考え、運営に創意と工夫を凝らした。「担当アドバイザー制」、「国際水準」、「一步踏み込んだマネジメント」の 3 つを運営方針の柱とした。「光の利用」領域は原子物理から医薬学分野までをカバーするので、各研究者に対して、専門に近いアドバイザーを一人、場合によっては複数名の「担当アドバイザー」(本領域の新たな試み)をアサインし、研究の専門性を保証した。「国際水準」を確かなものにするため、欧州、米国、及びアジア諸国の外国人アドバイザーを加

え、領域会議と資料作成は英語で行った。「一步踏み込んだマネジメント」（本領域の新たな試み）として、中桐技術参事には研究者の考え方、心理にまで踏み込んだマネジメントを要求した。中桐技術参事は「anywhere, anytime」と「現場重視」をモットーに、研究者のいわばよろず相談係として、研究活動の様々な局面、予算、物品購入、論文作成、学会発表、特許出願、プレスリリースなどでサポートするのみならず、頻繁に研究者を訪問し、また学会に参加して常に状況の把握に努めた。

(3) 研究領域としての成果

予備事後評価の現時点での研究成果の例として「7. 研究領域のねらいに対する成果の達成状況」の欄に、一期生、二期生、三期生からそれぞれ2名ずつ6名の成果を取り上げた。三期生の論文化作業はこれから進むところであり、また平成26年度の我々の調査活動を通してきちんと評価しまとめる予定であるので、ここでは全研究者の貢献をしてきたポイントを簡単にまとめる。ただし最先端・次世代研究開発支援プログラムに採択され本研究領域を中断した西村研究者と研究中の江口、志賀研究者を除く。

光を利用して、分子、原子、固体の物性と反応の新概念の提案にチャレンジしていると評価されるものとして、8人の各研究者の成果がある。レーザー光源の開発、光を利用した一分子、一イオン、一粒子、一液滴からタンパクまでの制御技術の開発に貢献した研究者として、7人があげられよう。本さきがけの成果が、具体的応用に繋がりつつあるのが、少なくとも3人から得られている。科学技術イノベーションに資する成果として位置付けられるものが9人の各研究者から得られている。さらに終了時点では研究途上であるが、将来的に大きな成果に繋がる可能性のあるものとして、2人の研究が期待されている。さきがけならではのトライアルを行い、一応のめどをつけたとみられるのが6人の各研究者である。

なお正式の総括所見は、残り10か月に40人の研究者のサイトビジットをおこない、論文化作業を見届け、11人の欧米人有識者との面談、内外ADとの討論に基づいてまとめる予定である。

(4) 科学技術イノベーション創出への展望

永井研究者は、葉緑体に Nano-lantern (ATP) を局在発現させた植物体を作製し、光合成依存的な ATP 産生を世界で初めて観察する事にも成功した。このような化学発光タンパク Nano-lantern 技術をさらに発展させると、樹木自体が化学発光し電気を使う街路灯が必要ない街路樹などへの環境応用が期待される「化学発光樹林」の提案は、本多藤嶋効果から始まる光触媒研究と比肩されうるイノベーションに繋がる予感がする。今後の努力を期待するとともに、十分な研究費の手当てが必要と考えている。

(5) 本研究領域を設定したことの意義、科学技術に対する貢献

光拠点、戦略目標を共にする CREST とセットに本領域が設定されたので、これらの活動を念頭に研究課題の設定から運営までを考えた。具体的には、本研究領域「光の利用」の役割は、光科学技術の裾野を広げることにあると考え、研究推進と運営に創意と工夫を凝らした。立ち上げ時のキャッチフレーズは、「光を使い尽くす研究」、「若い研究者を光に押し出す研究」、「市民を光に引き付ける研究」であった。5 年半後の、残り 10 か月を残す現時点で、すでに原子レーザー、熱レーザーの開発に手がかりを得ており、一方生物個体の運動の光制御、がん部位の肉眼による確認、哺乳類の紫外光感受性の解明について素晴らしい成果を発表している。「光の利用」研究を通して光科学技術の持つポテンシャルを、一般の研究者だけでなく市民にも共感を持って理解されるところまで来ていると自己評価している。

(6) 今後の期待や展望

新しいイノベーションとして「化学発光樹林」を上げたが、一方多くのプロモーションがあることでもわかるように、極めて多くの研究者がそれぞれの研究分野で高い評価を受けている。特筆すべきものの一つは、雲林院、畑中、Smith、Biju 研究者のように、外国で教授になった日本人、日本で教授(レベル)として活躍する外国人研究者を作り出したことで、国際化時代の若手研究者養成にも一役買ったと自負している。将来新しい研究分野を作る優秀な研究者が沢山育ったさきがけの代表例の一つとして、本研究領域が位置付けられるものと予感する。

(7) 感想その他

さきがけは今なお研究者のブランドである。1991 年以来このさきがけ事業を維持発展させてきた JST に敬意を表する。JST や研究総括は他の研究費との差別化に努力し、さきがけ本来の趣旨を生かす研究推進と運営を図りたい。それを実現するべく JST と研究総括との意見交換の場を持つてはどうかと考える。また、技術参事は若手研究集団の研究推進の要であり、現場に張りついて、研究者側に立って活動している。さきがけの研究費が科研費と同様、研究機関を通して渡される現在のシステムでは、戦略研究であるさきがけ事業の特徴を発揮させる上で、総括、技術参事の存在が決定的である。彼らの役割はますます重要になるであろう。特に昨今の若手研究者を独立させ多額の研究資金を投じているが、若手故未成熟なところも多く誤った方向に進みかねないことを危惧するむきも出てきた。このような状況においては、いままでのさきがけ事業のシステムの長所を生かすことが人材育成のための一つの答えになると思っている。

以上